



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 27 595 A1** 2004.02.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 27 595.9**

(22) Anmeldetag: **18.06.2003**

(43) Offenlegungstag: **05.02.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H01T 13/20**

H01T 13/38, H01T 21/02

(30) Unionspriorität:

<b>2002-178713</b>	<b>19.06.2002</b>	<b>JP</b>
<b>2003-74143</b>	<b>18.03.2003</b>	<b>JP</b>

(71) Anmelder:

**Denso Corp., Kariya, Aichi, JP**

(74) Vertreter:

**Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336 München**

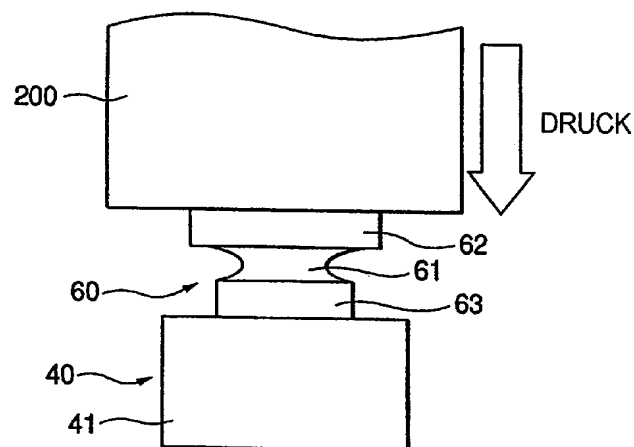
(72) Erfinder:

**Ishiguro, Hiroya, Kariya, Aichi, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine und Verfahren zu deren Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Eine Edelmetall-Zündspitze (60) mit einem ausgesparten Abschnitt (61), der auf ihrer Seitenfläche ausgebildet ist, ist mit einer Masseelektrode (40) mittels Widerstandsschweißen verbunden. Unter dem Druck, der durch eine Elektrodenstange (200) erteilt wird, sinkt die Edelmetall-Zündspitze (60) in einen lokal geschmolzenen Abschnitt der Masseelektrode (40). Auf diese Weise wird die Edelmetall-Zündspitze (60) mit Ausnahme ihres oberen Teils in der Masseelektrode (40) eingebettet. Der Elektrodengrundwerkstoff der Masseelektrode (40), der in den ausgesparten Abschnitt (61) einschmilzt, stellt eine ausreichende mechanische Festigkeit zum sicheren ineinander Eingreifen der Edelmetall-Zündspitze (60) mit der Masseelektrode (40) bereit.



## Beschreibung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf eine Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Mittelelektrode und einer Masseelektrode, die in gegenüberliegender Beziehung zueinander angeordnet sind, wobei zumindest eine Edelmetall-Zündspitze an einem gegenüberliegenden Abschnitt der Mittelelektrode oder der Masseelektrode vorgesehen ist.

[0002] Außerdem bezieht sich diese Erfindung auf ein Verfahren zum Herstellen der Zündkerze mit der oben beschriebenen Anordnung.

[0003] Zündkerzen, die normalerweise in den Motoren von Kraftfahrzeugen, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, Gasverdichterpumpen oder ähnlichem eingesetzt sind, weisen eine Mittelelektrode und eine Masseelektrode auf, die in einer gegenüberliegenden Beziehung zueinander vorgesehen sind. Bei dem gegenüberliegenden Abschnitt dieser Elektroden ist ein Pt-Teil oder ein Teil aus einer Legierung davon bereitgestellt, das als Zündelektrodenenteil dient, um eine lange dauernde Lebenszeit und einen hohen Wirkungsgrad der Zündkerze sicher zu stellen.

[0004] Außerdem ist es unter dem Gesichtspunkt der unzureichenden Lebensdauer nicht bevorzugt, die Pt-Legierung als ein Zündelektrodenenteil einzusetzen, wenn die Zündkerzen unter großer Hitzelast oder in einer ungünstigen Umgebung eingesetzt ist. Andererseits, ist die Verwendung einer Ir-Legierung für ein Zündelektrodenelement bereits bekannt. Die Ir-Legierung weist verglichen mit dem der Pt-Legierung einen höheren Schmelzpunkt auf.

[0005] Jedoch ist diese Art von Zündspitzenwerkstoff mit einem höheren Schmelzpunkt sehr unterschiedlich, nicht nur in Bezug auf den Schmelzpunkt, sondern ebenfalls in Bezug auf den linearen Ausdehnungskoeffizienten von dem Grundelektrodenwerkstoff (wie z.B. eine Ni-basierende Legierung). Wenn Widerstandsschweißen eingesetzt wird, um das Zündelektrodenenteil mit dem Grundelektrodenwerkstoff zu verbinden oder zu befestigen, wird keine ausreichende Verbindungsfestigkeit erhalten. Obwohl bevorzugt Laserschweißen eingesetzt wird, um den hochschmelzenden Werkstoff an der Elektrode zu befestigen, ist das Laserschweißen im Vergleich zum Widerstandsschweißen schlechter, da höhere Kosten erforderlich sind.

## Stand der Technik

[0006] Die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 13-284012 offenbart ein Widerstandsschweißverfahren, um eine aus einer Ir-Legierung hergestellte Edelmetallspitze an eine Elektrode zu schweißen (siehe Fig. 13), gemäß dem die Zündkerze eine metallische Zündspitze **600** hat, die aus einer Ir-Legierung hergestellt und in einer gestuften oder umgekehrten Nietenform angeordnet ist und die aus einem Stangenabschnitt **601** und einem Großer-Durchmesserabschnitt **602** besteht. Der Stangenabschnitt **601**

springt teilweise aus der Oberfläche der Elektrode vor. Die obere Oberfläche des Stangenabschnittes **601** dient als eine Entladungsoberfläche. Der Großer-Durchmesserabschnitt **602** ist vollständig in der Elektrode eingebettet.

[0007] Gemäß der oben beschriebenen, bekannten Zündkerze ist jedoch der Durchmesser des Stangenabschnittes **601** kleiner als der des Großer-Durchmesserabschnittes **602**. Somit war es schwierig, eine größere Entladungsoberfläche für die Edelmetall-zündspitze **600** sicherzustellen. Z.B. werden die in den Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen eingesetzten Motoren fortgesetzt unter Hochlastzuständen betrieben. Die Entladungsoberfläche der Edelmetall-Zündspitze **600** wird stark verschlissen. In solchen Fällen war es schwierig, eine zufriedenstellende Lebensdauer der Zündkerze sicherzustellen, selbst wenn eine Ir-Legierung für die Edelmetall-Zündspitze **600** verwendet wird. Darüber hinaus wird der Grundelektrodenwerkstoff einer wiederholten Funkenentladung und Oxidation ausgesetzt, die in der Nähe der Edelmetall-Zündspitze **600** vorhanden ist. Die Edelmetall-Zündspitze **600** kann von der verschlissenen Elektrode abfallen.

## Aufgabenstellung

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Unter Betrachtung der oben beschriebenen Probleme des Standes der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine bereitzustellen, die eine in einer gegenüberliegenden Beziehung zueinander angeordnete Mittelelektrode und eine Masseelektrode hat, wobei zumindest eine Edelmetall-Zündspitze auf einem gegenüberliegenden Abschnitt der Mittelelektrode oder der Masseelektrode bereitgestellt ist, die in der Lage ist zu verhindern, dass die Edelmetall-Zündspitze von der Elektrode abfällt, und ebenfalls in der Lage ist, eine zufriedenstellende Lebensdauer der Edelmetall-Zündspitze sicherzustellen, sogar wenn die Zündkerze in einem Motor betrieben wird, der unter schwerer Wärmelast oder in einer ungünstigen Umgebung betrieben wird.

[0009] Um die obige und andere ähnliche Aufgaben zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung eine Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine bereit, die eine Mittelelektrode (**30**) und eine Masseelektrode (**40**) aufweist, die in einer gegenüberliegenden Beziehung zueinander stehen, wobei zumindest eine Edelmetall-Zündspitze (**60**) auf der Mittelelektrode oder der Masseelektrode bereitgestellt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Edelmetall-Zündspitze (**60**) einen ausgesparten Abschnitt (**61**) auf einer ihrer Seitenoberflächen aufweist, und dass der ausgesparte Abschnitt (**61**) in der Elektrode eingebettet ist.

[0010] Gemäß der Zündkerze dieser Ausführungsform sind die Edelmetall-Zündspitze und die Elektrode fest bei dem ausgesparten Abschnitt der Edelmetall-

tall-Zündspitze mit einer ausreichenden mechanischen Festigkeit miteinander in Eingriff. Es wird möglich das Abfallen der Edelmetall-Zündspitze von der Elektrode zu verhindern. Darüber hinaus kann der Durchmesser einer Entladungsoberfläche der Edelmetall-Zündspitze verglichen mit dem des in die Elektrode eingebetteten Abschnittes vergrößert werden.

[0011] Die vorliegende Erfindung wird bevorzugt auf eine Zündkerze angewendet, die einen großen Unterschied (z.B. 700°C oder mehr) zwischen dem Schmelzpunkt der Edelmetall-Zündspitze (60) und dem Schmelzpunkt der Elektrode aufweist. Sogar in solch einem Fall stellt der an der Seitenoberfläche der Edelmetall-Zündspitze ausgebildete ausgesparte Abschnitt eine ausreichende mechanische Festigkeit bereit, und stellt ein zuverlässiges Eingreifen zwischen der Edelmetall-Zündspitze und der Elektrode sicher, wenn diese durch den Widerstandsschweißvorgang verbunden werden. Es ist möglich das Abfallen der Edelmetall-Zündspitze von der Elektrode zu verhindern.

[0012] Darüber hinaus stellt die vorliegende Erfindung ein erstes Verfahren bereit, eine Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine herzustellen, die eine Mittelelektrode (30) und eine Masseelektrode (40) hat, die in gegenüberliegender Beziehung zueinander angeordnet sind, wobei zumindest eine Edelmetall-Zündspitze (60) auf der Mittelelektrode oder der Masseelektrode bereitgestellt ist, und das einen Schritt umfasst, die Edelmetall-Zündspitze (60) durch Widerstandsschweißen mit einem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode zu verbinden. Das erste Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung umfasst außerdem die Schritte einen ausgesparten Abschnitt (61) auf einer Seitenoberfläche der Edelmetall-Zündspitze (60) auszubilden, die Edelmetall-Zündspitze (60) in Berührung mit dem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode zu bringen, und den ausgesparten Abschnitt (61) der Edelmetall-Zündspitze (60) in dem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode während des Widerstandsschweißvorganges unter einem Zustand einzubetten, bei dem auf die Edelmetall-Zündspitze Druck angewendet wird.

[0013] Außerdem stellt die vorliegende Erfindung ein zweites Verfahren bereit, eine Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine herzustellen, die eine Mittelelektrode (30) und eine Masseelektrode (40) hat, die in einer zueinander gegenüberliegenden Beziehung vorgesehen sind, wobei zumindest eine Edelmetall-Zündspitze (60) auf der Mittelelektrode oder der Masseelektrode bereitgestellt ist. Das zweite Herstellungsverfahren der vorliegenden Erfindung umfasst außerdem die Schritte einen ausgesparten Abschnitt (61) auf einer Seitenoberfläche der Edelmetall-Zündspitze (60) auszubilden, ein Spitzeneinfügeloch (43) auf einem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Massee-

lektrode auszubilden, so dass die Edelmetall-Zündspitze (60) in das Spitzeneinfügeloch (43) eingefügt wird, das Vorbereiten eines Lötwerkstoffes, der einen Schmelzpunkt aufweist, der niedriger ist als der der Elektrode, und das Füllen des Spitzeneinfügelochs (43) mit dem Lötwerkstoff bei einem Zustand, bei dem die Edelmetall-Zündspitze (60) in das Spitzeneinfügeloch (43) eingefügt wird, und dabei der ausgesparte Abschnitt (61) der Edelmetall-Zündspitze (60) in den gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode eingebettet wird.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat die Edelmetall-Zündspitze (60) einen eingebetteten Kopfabschnitt (63), der vollständig in dem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode eingebettet ist. Der ausgesparte Abschnitt (61) ist angrenzend an den eingebetteten Kopfabschnitt (63) bereitgestellt, und eine Höhe W1 des eingebetteten Kopfabschnittes (63) und eine Tiefe L des ausgesparten Abschnittes (61) befinden sich in einem Verhältnis  $W1 \geq 0,7 \times L$ . Mit dieser Einstellung wird es möglich, zu verhindern, dass der eingebettete Kopfabschnitt (63) beschädigt oder zerstört wird, wenn er während des Widerstandsschweißvorganges durch eine Elektrodenstange gedrückt wird.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Höhe W2 des ausgesparten Abschnittes (61) nicht kleiner als 0,3 mm. Der geschmolzene Elektrodengrundwerkstoff kann gleichmäßig in den ausgesparten Abschnitt eindringen. Es wird möglich das Abfallen der Edelmetall-Zündspitze von der Elektrode sicher zu verhindern.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat die Edelmetall-Zündspitze (60) einen äußeren Kopfabschnitt (62), der in einer runden Stangenform angeordnet ist und teilweise aus der Elektrode heraussteht. Die Edelmetall-Zündspitze (60) hat außerdem einen inneren Kopfabschnitt (63) der in einer runden Stangenform angeordnet ist und vollständig in der Elektrode eingebettet ist. Der ausgesparte Abschnitt (61) ist zwischen dem äußeren Kopfabschnitt (62) und dem inneren Kopfabschnitt (63) eingefügt. Und ein Außendurchmesser (D) des äußeren Kopfabschnittes (62) und ein äußerer Durchmesser d des inneren Kopfabschnittes (63) befinden sich in einem Verhältnis von  $D \geq d$ . Es wird möglich eine zufriedenstellende Lebensdauer der Edelmetall-Zündspitze sicher zu stellen, sogar wenn die Zündkerze in einem Motor oder einer Kraft-Wärmekopplungsanlage unter schwerer Hitzelast oder in einer ungünstigen Umgebung betrieben wird.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat die Edelmetall-Zündspitze (60) einen eingebetteten Kopfabschnitt (63), der vollständig in der Elektrode eingebettet ist. Der ausgesparte Abschnitt (61) ist angrenzend an den

eingebetteten Kopfabschnitt (63) bereitgestellt. Und ein Außendurchmesser d des eingebetteten Kopfabschnittes (63) ist nicht kleiner als 1,0 mm. Die mechanische Festigkeit der Edelmetall-Zündspitze kann ausreichend sicher gestellt werden.

#### Ausführungsbeispiel

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] Die obige und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung offensichtlich werden, die in Zusammenhang mit den begleitenden Zeichnungen zu lesen ist, wobei:

[0019] **Fig. 1** eine Halbquerschnittsansicht ist, die eine allgemeine Anordnung einer Zündkerze gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0020] **Fig. 2** eine Seitenansicht ist, die eine Edelmetall-Zündspitze zeigt, die in der **Fig. 1** gezeigten Zündkerze eingebaut ist;

[0021] **Fig. 3A** und **3B** Ansichten sind, die das Verfahren des Verbindens der Edelmetall-Zündspitze mit einer Elektrode zum Herstellen der in **Fig. 1** gezeigten Zündkerze zeigen;

[0022] **Fig. 4** ein Diagramm ist, das das Auswertungsergebnis betreffend die Festigkeit der in **Fig. 1** gezeigten Edelmetall-Zündspitze zeigt;

[0023] **Fig. 5A** bis **5C** Ansichten sind, die das Verbindungsverfahren der Edelmetall-Zündspitze gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0024] **Fig. 6** eine Seitenansicht ist, die eine Edelmetall-Zündspitze zeigt, die gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der Zündkerze eingebaut ist;

[0025] **Fig. 7** eine Seitenansicht ist, die eine Edelmetall-Zündspitze zeigt, die gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der Zündkerze eingebaut ist;

[0026] **Fig. 8** eine perspektivische Ansicht ist, die eine Edelmetall-Zündspitze zeigt, die gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der Zündkerze eingebaut ist;

[0027] **Fig. 9** eine Seitenansicht ist, die eine Edelmetall-Zündspitze zeigt, die gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der Zündkerze eingebaut ist;

[0028] **Fig. 10A** und **10B** Ansichten sind, die eine Edelmetall-Zündspitze zeigen, die gemäß einer siebenten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der Zündkerze eingebaut ist;

[0029] **Fig. 11A** und **11B** Ansichten sind, die eine Edelmetall-Zündspitze zeigen, die gemäß einer achten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung in der Zündkerze eingebaut ist;

[0030] **Fig. 12A** und **12B** Ansichten sind, die eine Edelmetall-Zündspitze zeigen, die gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in

der Zündkerze eingebaut ist; und

[0031] **Fig. 13** eine Querschnittsansicht ist, die eine bekannte Zündkerze zeigt.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

##### Erste Ausführungsform

[0032] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. **Fig. 1** ist eine Halbquerschnittsansicht und zeigt eine allgemeine Anordnung einer Zündkerze **100** gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 2** ist eine Seitenansicht und zeigt eine Edelmetall-Zündspitze **60**, die in die in **Fig. 1** gezeigte Zündkerze eingebaut ist. **Fig. 3A** ist eine Ansicht und zeigt die Edelmetall-Zündspitze **60** in einem Zwischenverfahren der Herstellung der Zündkerze. **Fig. 3B** ist eine Ansicht und zeigt die Edelmetall-Zündspitze **60**, die mit einer Elektrode **40** der Zündkerze verbunden ist.

[0033] Die Zündkerze **100** wird in einer Zündvorrichtung für ein Kraftfahrzeug eingesetzt. Genauer wird die Zündkerze **100** sicher in ein Schraubenloch eingefügt, das in einem Zylinderkopf (nicht gezeigt) ausgebildet ist, der eine Verbrennungskammer des Motors definiert.

[0034] In **Fig. 1** weist die Zündkerze **100** eine zylindrische Klammer **10** auf, der aus einem elektrisch leitenden Stahlteil (z.B. Niedrig-Kohlenstoffstahl) hergestellt ist. Die zylindrische Klammer **10** weist einen Gewindeabschnitt **11** auf, der mit dem Schraubenloch des Zylinderkopfs in Eingriff ist. Ein zylindrischer Isolator **20**, der aus einer Aluminiumkeramik ( $Al_2O_3$ ) oder ähnlichem hergestellt ist, ist innerhalb der zylindrischen Klammer **10** befestigt. Ein fernes Ende **21** des Isolators **20** springt aus der Klammer **10** vor.

[0035] Eine Mittelelektrode **30** ist in einem Axialloch **22** des Isolators **20** befestigt. Mit anderen Worten isoliert der Isolator **20** die Mittelelektrode **30** von der Klammer **10**. Die Mittelelektrode **30** ist ein metallisches Stangenteil, das z.B. aus einer inneren, aus Kupfer oder einem vergleichbaren Metallwerkstoff hergestellten Schicht besteht, die hervorragende Wärmeleitungseigenschaften aufweist, und aus einer äußeren, aus einer Ni basierenden Legierung oder einem vergleichbaren Werkstoff hergestellten Schicht, die herausragende Wärmewiderstandseigenschaften und Korrosionseigenschaften aufweist. Ein fernes Ende **31** der Mittelelektrode **30** ragt aus dem fernen Ende **21** des Isolators **20** hervor.

[0036] Die Masseelektrode **40** hat ein Ende (d.h. ein nahes Ende) **42**, das an einer Kante der Klammer **10** angeschweißt ist. Die Masseelektrode **40** ist bei ihrem Mittelabschnitt in eine L-Form gebogen. Das andere Ende (d.h. ein fernes Ende) **41** der Masseelektrode **40** ist nahe dem fernen Ende **31** der Mittelelektrode **30** angeordnet, damit sie sich so über einen Ab-

gabebereich 50 gegenüberstehen. Die Masseelektrode 40 ist eine rechteckige, aus einer Ni-basierenden Legierung hergestellte Stange.

[0037] Das ferne Ende 31 der Mittelelektrode 30 und das ferne Ende 41 der Masseelektrode 40 bestimmen gemeinsam die gegenüberliegenden Abschnitte der Elektroden, die in der vorliegenden Erfindung definiert sind. Eine Edelmetall-Zündspitze 60, die als Zündelektroden teil dient, ist an das ferne Ende (d.h. gegenüberliegende Abschnitte) 41 der Masseelektrode 40 geschweißt.

[0038] Die Edelmetall-Zündspitze 60 ist eine Ir-Legierung, die Iridium als eine Hauptkomponente hat, wobei zumindest ein Zusatz aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus Rh, Pt, Ru, Pd und W besteht. Z.B. wird bevorzugt eine Ir-10Rh Legierung für die Edelmetall-Zündspitze 60 verwendet, die Ir mit 90 Gew.-% und Rh mit 10 Gew.-% enthält.

[0039] Wie in Fig. 2 gezeigt, ist die Edelmetall-Zündspitze 60 im Wesentlichen ein rundes Stangenteil mit einer ringförmigen Nut (d.h. einen ausgesparten Abschnitt) 61, die sich fortgesetzt und insgesamt auf der zylindrischen Seitenoberfläche des Spitzenkörpers in mittlerer Höhe (d.h. bei einem mittleren Axialabschnitt) erstreckt. Ein äußerer, in einer flachen runden Stange angeordneter Kopfabschnitt 62, ist fortgesetzt bei einem axialen Ende der ringförmigen Nut 61 ausgebildet. Ein innerer, in einer flachen runden Stange angeordneter Kopfabschnitt 63, ist fortgesetzt an dem anderen axialen Ende der ringförmigen Nut 61 ausgebildet.

[0040] Wie in Fig. 3B zu sehen ist, die den verbundenen Zustand der Edelmetall-Zündspitze 60 zeigt, die auf die Masseelektrode 40 geschweißt ist, sind sowohl die ringförmige Nut 61 als auch der innere Kopfabschnitt 63 vollständig in dem gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode 40 eingebettet. Der äußere Kopfabschnitt 62 ist teilweise in dem gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode 40 eingebettet, wobei der zurückbleibende Teil (d.h. der obere Teil) des äußeren Kopfabschnitts 62 aus dem gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode 40 herausragt. Eine freigelegte obere Oberfläche des äußeren Kopfabschnitts 62 ist eine flache Entladungsoberfläche, die nahe dem gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode 40 eingebettet ist. Der äußere Kopfabschnitt 62 ist teilweise in dem gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode 40 eingebettet, wobei der zurückbleibende Teil (d.h. der obere Teil) des äußeren Kopfabschnitts 62 aus dem gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode 40 herausragt. Eine freigelegte obere Oberfläche des äußeren Kopfabschnitts 62 ist eine flache Entladungsoberfläche, die nahe dem gegenüberliegenden Abschnitt 31 der Mittelelektrode 30 über den Abgabebereich 50 angeordnet werden muss.

[0041] Als nächstes wird die Edelmetall-Zündspitze 60 auf folgende Weise mit der Masseelektrode 40 verbunden, um die oben beschriebene Zündkerze

100 zu erhalten.

[0042] Zuerst wird die Edelmetall-Zündspitze 60 in der oben beschriebenen Konstruktion angeordnet, die aus der ringförmigen Nut 61 dem äußeren Kopfabschnitt 62 und dem inneren Kopfabschnitt 63 besteht.

[0043] Als nächstes wird der innere Kopfabschnitt 63 der Edelmetall-Zündspitze 60 auf dem gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode 40 angeordnet, wie in Fig. 3A gezeigt ist. Dann wird eine Elektrodenstange 200 einer Widerstandsschweißmaschine (nicht gezeigt) herabgesenkt, um die Edelmetall-Zündspitze 60 gegen den gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode zu drücken. Unter dieser Presskraft, die mechanisch von der Elektrodenstange 200 der Widerstandsschweißmaschine ausgeübt wird, wird der Widerstandsschweißvorgang durch das Zuführen einer vorbestimmten Menge von Strom durchgeführt, der für eine vorbestimmte Zeit von der Elektrodenstange 200 über die Edelmetall-Zündspitze 60 zu der Masseelektrode 40 fließt, um die Edelmetall-Zündspitze 60 mit dem gegenüberliegenden Abschnitt 41 der Masseelektrode 40 zu verbinden.

[0044] Die Ni-basierende Legierung, aus der die Masseelektrode 40 besteht, weist einen Schmelzpunkt von ungefähr 1400°C auf. Die Ir-Legierung, aus der die Edelmetall-Zündspitze 60 besteht, weist einen Schmelzpunkt von ungefähr 1400°C auf. Wegen eines großen Unterschiedes zwischen den Schmelzpunkten dieser Werkstoffe verursacht nur die Masseelektrode 40 während des Widerstandsschweißvorganges ein lokales Abschmelzen.

[0045] Dementsprechend sinkt die Edelmetall-Zündspitze 60 unter dem durch die Elektrodenstange 200 ausgeübten Druck in einen örtlich geschmolzenen Abschnitt der Masseelektrode 40. Als Ergebnis wird die Edelmetall-Zündspitze 60 mit Ausnahme von dem oberen Teil des äußeren Kopfabschnitts 62 in der Masseelektrode 40 eingebettet, wie in Fig. 3B gezeigt ist. In diesem Zustand wird der ausgesparte Abschnitt (d.h. ringförmige Nut) der Edelmetall-Zündspitze 60 mit dem geschmolzenen Metall der Masseelektrode 40 gefüllt.

[0046] Dementsprechend ist die Edelmetall-Zündspitze 60 sicher mit der Masseelektrode 40 mit einer mechanischen Festigkeit in Eingriff, die ausreicht, um das Abfallen der Edelmetall-Zündspitze 60 von der Masseelektrode 40 zu verhindern.

[0047] Als nächstes wurden 13 Zündkerzen, die die oben beschriebenen Anordnungen aufweisen, gemäß dem Herstellungsverfahren dieser Ausführungsform hergestellt.

[0048] Dann wurde ein Ausdauer test zum Vergleichen dieser Zündkerzen mit drei bekannten Zündkerzen in einem Sechszylinder-Kraft-Wärmekopplungsmotor ausgeführt, der für eine vorbestimmte Zeit fortgesetzt angetrieben wurde.

[0049] Die Beschreibung der gemäß dieser Ausführungsform hergestellten, bei diesem Versuch ver-

wendeten Zündkerzen ist wie folgt.

[0050] Die Edelmetall-Zündspitze **60** ist aus einer Ir-10-Rh-Legierung hergestellt. Ein Außendurchmesser  $D$  des äußeren Kopfabschnittes **62** beträgt 2 mm. Ein Außendurchmesser  $d$  des inneren Kopfabschnittes **63** beträgt 2 mm. Eine Tiefe  $L$  des ausgesparten Abschnitts **61** beträgt 0,3 mm eine allgemeine Höhe  $H1$  der Edelmetall-Zündspitze **60** beträgt 1,2 mm. Eine Höhe (d.h. Höhenbreite)  $W1$  des inneren Kopfabschnittes **63** beträgt 0,3 mm. Eine Höhe (Höhenbreite)  $W2$  des ausgesparten Abschnitts **61** beträgt 0,3 mm. Eine Tiefe  $H2$  des eingebetteten Abschnitts der Edelmetall-Zündspitze **60** beträgt 0,9 mm. Die Edelmetall-Zündspitze **60** ist mit der Masselektrode **40** durch Widerstandsschweißen verbunden. Die Masselektrode **40** ist aus INCONEL (eingetragenes Warenzeichen) hergestellt.

[0051] Die Beschreibung der bekannten Zündkerzen, die bei diesem Ausdauerversuch verwendet wurden, ist mit Ausnahme der Anordnungen und Abmessungen der Edelmetall-Zündspitze **600** die selbe wie die der oben beschriebenen Zündkerzen dieser Ausführungsform.

[0052] Ein Außendurchmesser  $D$  des Stangenabschnitts **601** beträgt 2 mm. Ein maximaler Außendurchmesser  $d1$  des Großer-Durchmesserabschnittes **602** beträgt 2,4 mm. Ein Mindestaußendurchmesser  $d2$  des Großer-Durchmesserabschnittes **602** beträgt 1,0 mm. Eine allgemeine Höhe  $H1$  der Edelmetallzündspitze **600** beträgt 1,2 mm. Eine Höhe (d.h. hohe Breite)  $W$  des Großer-Durchmesserabschnittes **602** beträgt 0,6 mm. Eine Tiefe  $H2$  des eingebetteten Abschnitts der Edelmetall-Zündspitze **600** beträgt 0,9 mm.

[0053] Gemäß diesem Ausdauerversuch waren die Elektroden der bekannten Zündkerze verbraucht, wenn die insgesamt verstrichene Zeit ungefähr 1000 Stunden nach dem Beginn des Ausdauerversuches erreicht hat. Die Edelmetall-Zündspitze **600** fiel von der Elektrode ab.

[0054] Andererseits fiel keine Edelmetallzündspitze **60** der in diesem Ausdauerversuch verwendeten Ausführungsform von der Elektrode ab, sogar nachdem die insgesamt verstrichene Zeit **2000** Stunden erreicht hatte.

[0055] Übrigens gibt es die Möglichkeit, dass der innere Kopfabschnitt **63** bei seinem äußeren Randabschnitt (mit  $A$  in **Fig. 2** bezeichnet) wegen des Vorhandenseins des ausgesparten Abschnittes **61** während dem Widerstandsschweißvorgang, der durch das Drücken der Edelmetall-Zündspitze **60** ausgeführt wird, beschädigt oder zerstört werden kann. Somit wurde ein Evaluierungsversuch durchgeführt, die Dauerhaftigkeit des inneren Kopfabschnittes **63** während des Widerstandsschweißvorganges in Zusammenhang mit der Höhe  $W1$  des inneren Kopfabschnittes **63** zu überprüfen. Die Edelmetall-Zündspitze **60**, die in diesem Evaluierungsversuch verwendet wurde, ist aus einer Ir-Legierung hergestellt. Der Außendurchmesser  $D$  des äußeren

Kopfabschnittes **62** beträgt 2 mm. Der Außendurchmesser  $d$  des inneren Kopfabschnittes **63** beträgt 2 mm.

[0056] Insgesamt wurden vier Edelmetall-Zündspitzen **60** für diesen Evaluierungsversuch vorbereitet, die in der Länge  $L$  des ausgesparten Abschnitts **61** und ebenfalls in der Höhe  $W1$  des inneren Kopfabschnittes **63** zueinander unterschiedlich waren. Die Haltbarkeit des inneren Kopfabschnittes **63** wurde durch das Beobachten des Brechens des inneren Kopfabschnittes **63** beurteilt, das während des Widerstandsschweißvorganges auftritt. **Fig. 4** zeigt das Versuchsergebnis, bei dem jede schwarze runde Markierung ( $\bullet$ ) den Fall darstellt, bei dem keine Versuchsproben zerstört oder beschädigt wurden, während jede Kreuzmarkierung ( $\times$ ) den Fall darstellt, bei dem zumindest eine der Versuchsproben zerstört oder beschädigt wurde. Wie aus dem in **Fig. 4** gezeigten Versuchsergebnis offensichtlich ist, kann festgestellt werden, dass kein Bruch des inneren Kopfabschnittes **63** während des Widerstandsschweißvorganges **63** auftritt, wenn das Verhältnis  $W1 \geq 0,7 \times L$  erfüllt ist.

[0057] Darüber hinaus stellt gemäß der Zündkerze gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Elektrodengrundwerkstoff, der in den ausgesparten Abschnitt **61** eingeschmolzen ist, eine ausreichende mechanische Festigkeit bereit, um die Edelmetall-Zündspitze **60** mit der Masselektrode **40** sicher in Eingriff zu bringen. Unter dieser Sichtweise wurde ein anderer Evaluierungsversuch durchgeführt, um den Zustand des in den ausgesparten Abschnitt **61** eingeschmolzenen Elektrodengrundwerkstoffes zu überprüfen. Genauer wurden verschiedene Proben der Edelmetall-Zündspitze **60**, die insgesamt in der Höhe  $W2$  des ausgesparten Abschnitts **61** unterschieden waren, für diesen Versuch vorbereitet. Jede getestete Probe wurde in Stücke geschnitten, um den in den ausgesparten Abschnitt **61** eingeschmolzenen Elektrodengrundwerkstoff visuell zu inspizieren, nachdem der Widerstandsschweißvorgang zum Verbinden der Edelmetall-Zündspitze **60** mit der Masselektrode **40** vervollständigt war. Gemäß dem Ergebnis dieses Evaluierungsversuches ist bestätigt, dass der Elektrodengrundwerkstoff ausreichend in den ausgesparten Abschnitt **61** einschmelzen kann, wenn das Verhältnis  $W2 \geq 0,3$  mm erfüllt ist. Mit anderen Worten verhindert das Erfüllen des Verhältnisses  $W2 \geq 0,3$  mm sicher, dass die Edelmetall-Zündspitze von der Elektrode abfällt.

[0058] Die Edelmetall-Zündspitze **60** wird bei ihrem axialen Zwischenabschnitt, bei dem der ausgesparte Abschnitt **61** ausgebildet ist, dünner gemacht. Die mechanische Festigkeit der Edelmetall-Zündspitze **60** wird bei dem ausgesparten Abschnitt **61** geschwächt. Somit ist es wünschenswert, dass der innere Kopfabschnitt **63** das Verhältnis  $d \geq 1,0$  mm erfüllt, um eine ausreichende Festigkeit für die Edelmetall-Zündspitze **60** sicherzustellen.

[0059] Wie oben beschrieben ist es gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung möglich, im Wesentlichen den Außendurchmesser D des äußeren Kopfabschnitts **62** (d. h. der Durchmesser der Entladungsoberfläche) dem äußeren Durchmesser d des inneren Kopfabschnitts **63** (d. h. des eingebetteten Abschnitts) gleich zu machen, oder es ist möglich, den Außendurchmesser D des äußeren Kopfabschnitts **62** verglichen mit dem Außendurchmesser d des inneren Kopfabschnitts **63** zu vergrößern. Dementsprechend ist es möglich, eine zufriedenstellende Lebensdauer der Edelmetall-Zündspitze **60** sicher zu stellen, sogar wenn die Zündkerze in einem Motor oder einer unter schwerer Wärmelast oder in einer ungünstigen Umgebung betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage eingesetzt wird.

[0060] Außerdem schmilzt der Elektrodengrundwerkstoff der Masseelektrode **40** während des Widerstandsschweißvorgangs gleichmäßig in den ausgesparten Abschnitt **61**, sogar wenn ein großer Unterschied zwischen dem Schmelzpunkt der Edelmetall-Zündspitze **60** und der Masseelektrode **40** besteht. Auf diese Weise ist es möglich, eine zuverlässige mechanische Festigkeit zum sicheren Eingreifen der Edelmetall-Zündspitze **60** mit der Masseelektrode **40** bereitzustellen, sogar in dem Fall, bei dem der Widerstandsschweißvorgang (d. h. ein billiger Schweißvorgang) eingesetzt wird, um die Edelmetall-Zündspitze **60** mit der Masseelektrode **40** zu verbinden. Es wird möglich, das Abfallen der Edelmetall-Zündspitze **60** von der Masseelektrode **40** zu verhindern.

[0061] Außerdem verhindert das Einstellen der Beziehung  $W1 \geq 0,7 \times L$  zwischen der Höhe W1 des inneren Kopfabschnitts **63** und der Tiefe L des ausgesparten Abschnitts **61** sicher, dass der innere Kopfabschnitt **63** während des Widerstandsschweißvorgangs zerstört wird.

[0062] Darüber hinaus gestattet das Einstellen des Verhältnisses  $W2 \geq 0,3$  mm für die Höhe W2 des ausgesparten Abschnitts **61**, dass der geschmolzene Elektrodenwerkstoff gleichmäßig in den ausgesparten Abschnitt **61** eindringt, und verhindert dementsprechend sicher, dass die Edelmetall-Zündspitze von der Elektrode abfällt.

## ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM

[0063] Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist betreffend das Verfahren die Edelmetall-Zündspitze mit der Masseelektrode **40** zu verbinden unterschiedlich zu der oben beschriebenen ersten Ausführungsform.

[0064] **Fig. 5A** bis **5C** sind Ansichten und zeigen das Verbindungsverfahren der Edelmetall-Zündspitze **60** gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0065] Gemäß der zweiten Ausführungsform werden eine Edelmetall-Zündspitze **60** und eine Masseelektrode **40** getrennt vorbereitet, wie in **Fig. 5A** gezeigt ist. Die Edelmetall-Zündspitze **60** weist einen äußeren Kopfabschnitt **62** auf, einen inneren Kopfabschnitt **63** und einen ausgesparten Abschnitt **61**, der zwischen dem äußeren Kopfabschnitt **62** und dem inneren Kopfabschnitt **63** eingefügt ist. Die Edelmetall-Zündspitze **60** der zweiten Ausführungsform ist im Wesentlichen identisch mit der der ersten Ausführungsform. Die Masseelektrode **40** der zweiten Ausführungsform weist ein Spitzeneinfügeloch **43** auf, in dem die Edelmetall-Zündspitze **60** angeordnet wird. Ein Lotwerkstoff wird vorbereitet, wobei dessen Schmelzpunkt niedriger oder gleich dem der Masseelektrode **40** ist. Das Spitzeneinfügeloch **43** weist eine Größe auf, die ausreichend ist, die Edelmetall-Zündspitze **60** mit Ausnahme des oberen Teils des äußeren Kopfabschnitts **62** aufzunehmen.

[0066] Als nächstes wird die Edelmetall-Zündspitze **60** eingefügt oder in dem Spitzeneinfügeloch **43** angeordnet, wie in **Fig. 5B** gezeigt. Dann wird der Innenraum des Spitzeneinfügelochs **43** mit Lotwerkstoff gefüllt, das mittels Plasmaschweißen oder Ähnlichem geschmolzen ist, wie in **Fig. 5C** gezeigt. Dann bildet der ausgehärtete Lotwerkstoff eine Lotwerkstoffschicht **44**. Mit anderen Worten dringt der Lotwerkstoff in den ausgesparten Abschnitt **61** ein und härtet bald aus, um eine mechanische Festigkeit zum sicheren Ineinandereingreifen der Edelmetall-Zündspitze **60** mit der Masseelektrode **40** sicherzustellen.

[0067] Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann der äußere Durchmesser D des äußeren Kopfabschnitts **62**, der als Entladungsoberfläche dient, dem äußeren Durchmesser d des inneren Kopfabschnitts **63** gleich gemacht werden, der vollständig in die Masseelektrode eingebettet ist. Es ist ebenfalls möglich den äußeren Durchmesser D des äußeren Kopfabschnitts **62** verglichen mit dem äußeren Durchmesser d des inneren Kopfabschnitts **63** zu vergrößern. Dementsprechend ist es möglich eine zufriedenstellende Lebensdauer der Edelmetall-Zündspitze **60** sicherzustellen, sogar wenn die Zündkerze in einem Motor oder einer Gas-Kraft-Wärme-Kopplungsanlage eingesetzt ist, die unter einer schweren Wärmelast oder in einer ungünstigen Umgebung betrieben wird.

[0068] Außerdem ist es möglich, die Edelmetall-Zündspitze **60** mit der Masseelektrode **40** zu verbinden, wobei ein billiges Schweißverfahren verwendet wird, sogar wenn ein großer Unterschied zwischen deren Schmelzpunkten besteht.

## ANDERE AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0069] Die Edelmetall-Zündspitze **60** der vorliegenden Erfindung kann auf verschiedenen Weisen abgeändert werden, wie in **Fig. 6** bis **12** gezeigt.

[0070] **Fig. 6** zeigt eine Edelmetall-Zündspitze **60**, die gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in die Zündkerze eingebaut ist. Die in **Fig. 6** gezeigte Edelmetall-Zündspitze **60** ist in einer

runden Stangenform angeordnet, mit einer Vielzahl von ringförmigen Nuten **61**, die an ihrer äußeren zylindrischen Oberfläche ausgebildet sind und mit vorbestimmten Zwischenräumen in axialer Richtung beabstandet sind.

[0071] **Fig. 7** zeigt eine Edelmetall-Zündspitze **60**, die gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in die Zündkerze eingebaut ist. Die in **Fig. 7** gezeigte Edelmetall-Zündspitze **60** ist in einer runden Stangenform angeordnet, wobei eine schneckenförmige Nut **61** an ihrer äußeren zylindrischen Oberfläche ausgebildet ist.

[0072] **Fig. 8** zeigt eine Edelmetall-Zündspitze **60**, die gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in die Zündkerze eingebaut ist. Die in **Fig. 8** gezeigte Edelmetall-Zündspitze **60** ist in einer rechteckigen Stangenform angeordnet, wobei eine Nut **61** fortlaufend an allen Seitenoberflächen in der gleichen Höhe ausgebildet ist. Jedoch ist es möglich, die Ausbildung der Nut **61** auf nur eine oder zwei oder drei Seitenoberflächen zu beschränken.

[0073] **Fig. 9** zeigt eine Edelmetall-Zündspitze **60**, die gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in die Zündkerze eingebaut ist. Die in **Fig. 9** gezeigte Edelmetall-Zündspitze **60** ist darin unterschiedlich zu der ersten Ausführungsform (**Fig. 2**), dass der innere Kopfabschnitt **63** an seinem unteren Abschnitt eine kegelige Oberfläche aufweist.

[0074] **Fig. 10A** und **10B** zeigen gemeinsam eine Edelmetall-Zündspitze **60**, die gemäß einer siebenten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in die Zündkerze eingebaut ist. **Fig. 10A** ist eine Vorderansicht der Edelmetall-Zündspitze **60**, während **Fig. 10B** eine Querschnittsdraufsicht der Edelmetall-Zündspitze **60** ist. Die in **Fig. 10A** und **10B** gezeigte Edelmetall-Zündspitze **60** ist in einer runden Stangenform angeordnet, wobei ein Durchloch **61a** als ausgesparter Abschnitt der vorliegenden Erfindung dient. Das Durchloch **61a** liegt senkrecht zu der Achse der Edelmetall-Zündspitze **60** und erstreckt sich entlang eines Durchmessers oder einer Sehne des runden Stangenkörpers, wenn in der Draufsicht aus **Fig. 10B** betrachtet. Das Durchloch **61a** kann durch das Bohren eines geraden Lochs von einem axialen Zwischenpunkt auf eine zylindrische Seitenoberfläche der Edelmetall-Zündspitze **60** leicht hergestellt werden.

[0075] **Fig. 11A** und **11B** zeigen gemeinsam eine Edelmetall-Zündspitze **60**, die gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in die Zündkerze eingebaut ist. **Fig. 11A** ist eine Vorderansicht der Edelmetall-Zündspitze **60**, während **Fig. 11B** eine Querschnittsdraufsicht der Edelmetall-Zündspitze **60** ist. Die in **Fig. 11A** und **11B** gezeigte Edelmetall-Zündspitze **60** ist in einer runden Stangenform mit zwei parallelen geraden Nuten **61B** angeordnet, wobei jede als ausgesparter Abschnitt der vorliegenden Erfindung dient. Jede gerade Nut **61B** ist normal zu der Achse der Edelmetall-Zündspitze **60**

und erstreckt sich entlang einer Sehne des runden Stangenkörpers, wenn in der Draufsicht aus **Fig. 11B** betrachtet.

[0076] **Fig. 12A** und **12B** zeigen gemeinsam eine Edelmetall-Zündspitze **60**, die gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in die Zündkerze eingebaut ist. **Fig. 12A** ist eine Vorderansicht der Edelmetall-Zündspitze **60**, während **Fig. 11B** eine Querschnittsdraufsicht der Edelmetall-Zündspitze **60** ist. Die in **Fig. 12A** und **12B** gezeigte Edelmetall-Zündspitze **60** ist in einer runden Stangenform mit zwei Bohrungen **61C** angeordnet, wobei jede als ausgesparter Abschnitt der vorliegenden Erfindung dient. Jede Bohrung **61C**, bereitgestellt an gegenüberliegenden Seiten der Edelmetall-Zündspitze **60**, ist ausgebildet durch das Versenken der zylindrischen Seitenwand der Edelmetall-Zündspitze **60** bei einem ihrer axialen Zwischenpunkte.

#### ANDERE ABÄNDERUNGEN

[0077] Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist nur eine Edelmetall-Zündspitze **60** mit dem gegenüberliegenden Abschnitt **41** der Masseelektrode **40** verbunden. Jedoch ist es möglich nur eine Edelmetall-Zündspitze **60** mit dem gegenüberliegenden Abschnitt **31** der Mittelelektrode **30** zu verbinden. Außerdem ist es möglich, die Edelmetall-Zündspitze **60** auf jedem der gegenüberliegenden Abschnitte **31** und **41** der Mittelelektrode **30** und der Masseelektrode **40** bereitzustellen.

[0078] Eine Edelmetall-Zündspitze (**60**) mit einem ausgesparten Abschnitt (**61**), der auf ihrer Seitenfläche ausgebildet ist, ist mit einer Masseelektrode (**40**) mittels Widerstandsschweißen verbunden. Unter dem Druck, der durch eine Elektrodenstange (**200**) erteilt wird, sinkt die Edelmetall-Zündspitze (**60**) in einen lokal geschmolzenen Abschnitt der Masseelektrode (**40**). Auf diese Weise wird die Edelmetall-Zündspitze (**60**) mit Ausnahme ihres oberen Teils in der Masseelektrode (**40**) eingebettet. Der Elektrodengrundwerkstoff der Masseelektrode (**40**), der in den ausgesparten Abschnitt (**61**) einschmilzt, stellt eine ausreichende mechanische Festigkeit zum sicheren ineinander Eingreifen der Edelmetall-Zündspitze (**60**) mit der Masseelektrode (**40**) bereit.

#### Patentansprüche

1. Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Mittelelektrode (**30**) und einer Masseelektrode (**40**), vorgesehen in einer gegenüberliegenden Beziehung zueinander, und zumindest einer Edelmetall-Zündspitze (**60**), bereitgestellt auf der Mittelelektrode oder der Masseelektrode, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Edelmetall-Zündspitze (**60**) einen ausgesparten Abschnitt (**61**) aufweist, der auf einer ihrer Seitenoberflächen bereitgestellt ist, wobei



der ausgesparte Abschnitt (61) in der Elektrode eingebettet ist.

2. Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine gemäß Anspruch 1, wobei ein Schmelzpunkt der Edelmetall-Zündspitze (60) um 700°C oder mehr höher ist als ein Schmelzpunkt der Elektrode.

3. Verfahren zum Herstellen einer Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Mittelelektrode (30) und einer Masseelektrode (40), vorgesehen in gegenüberliegender Beziehung zueinander und mit zumindest einer Edelmetall-Zündspitze (60), bereitgestellt auf der Mittelelektrode (30) oder der Masseelektrode (40), mit einem Schritt, die Edelmetall-Zündspitze (60) mit einem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode mittels Widerstandsschweißen zu verbinden, dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellungsverfahren außerdem die Schritte umfasst: Ausbilden eines ausgesparten Abschnittes (61) auf einer Seitenoberfläche der Edelmetall-Zündspitze (60), in Berührung bringen der Edelmetall-Zündspitze (60) mit dem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder Masseelektrode, und Einbetten des ausgesparten Abschnittes (61) der Edelmetall-Zündspitze (60) in den gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode während dem Widerstandsschweißvorgang bei einem Zustand, bei dem ein Druck auf die Edelmetall-Zündspitze angewendet ist.

4. Verfahren zum Herstellen einer Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Mittelelektrode (30) und einer Masseelektrode (40), vorgesehen in einer gegenüberliegenden Beziehung zueinander, und zumindest einer Edelmetall-Zündspitze (60), bereitgestellt auf der Mittelelektrode (30) oder der Masseelektrode (40), dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellungsverfahren außerdem die Schritte umfasst:

Ausbilden eines ausgesparten Abschnittes (61) auf einer Seitenoberfläche der Edelmetall-Zündspitze (60),

Ausbilden eines Spitzeneinfügelochs (43) auf einem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode, so dass die Edelmetall-Zündspitze (60) in das Spitzeneinfügeloch (43) eingefügt ist,

Vorbereiten eines Lotwerkstoffes mit einem Schmelzpunkt, der niedriger ist als der der Elektrode und Füllen des Spitzeneinfügelochs (43) mit dem Lotwerkstoff bei einem Zustand, bei dem die Edelmetall-Zündspitze (60) in das Spitzeneinfügeloch (43) eingefügt ist, und dabei der ausgesparte Abschnitt (61) der Edelmetall-Zündspitze (60) in dem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode eingebettet wird.

5. Verfahren zum Herstellen einer Zündkerze für

eine Verbrennungskraftmaschine gemäß Anspruch 3, wobei die Edelmetall-Zündspitze (60) einen eingebetteten Kopfabchnitt (63) aufweist, der vollständig indem gegenüberliegenden Abschnitt (31, 41) der Mittelelektrode oder der Masseelektrode eingebettet ist, der ausgesparte Abschnitt (61) angrenzend an den eingebetteten Kopfabchnitt (63) bereitgestellt ist und eine Höhe W1 des eingebetteten Kopfabchnittes (63) und eine Tiefe L des ausgesparten Abschnittes (61) sich in einem Verhältnis  $W1 \geq 0,7 \times L$  befinden.

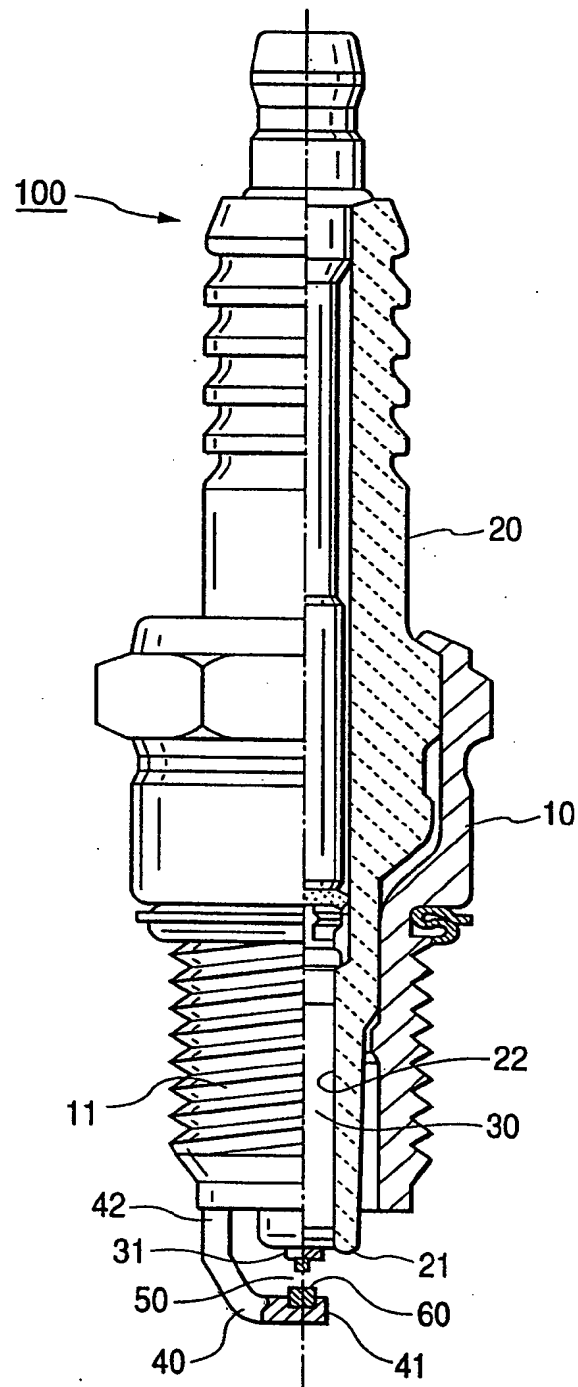
6. Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei eine Höhe W2 des ausgesparten Abschnittes (61) nicht kleiner als 0,3 mm ist.

7. Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Edelmetall-Zündspitze (60) einen äußeren Kopfabchnitt (62) aufweist, der in einer runden Stangenform angeordnet ist und teilweise aus der Elektrode hervorsteht, die Edelmetall-Zündspitze (60) außerdem einen inneren Kopfabchnitt (63) aufweist, der in einer runden Stangenform angeordnet und vollständig in der Elektrode eingebettet ist, der ausgesparte Abschnitt (61) zwischen dem äußeren Kopfabchnitt (62) und dem inneren Kopfabchnitt (63) eingefügt ist und ein Außendurchmesser D des äußeren Kopfabchnittes (62) und ein Außendurchmesser d des inneren Kopfabchnittes (63) sich in einem Verhältnis  $D \geq d$  befinden.

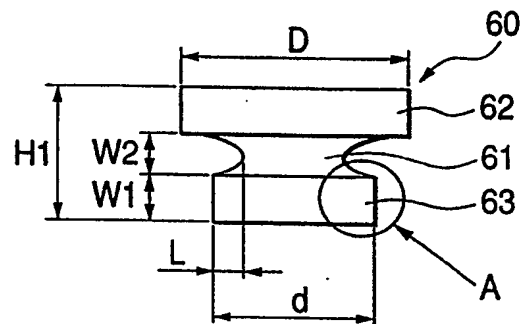
8. Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Edelmetall-Zündspitze (60) einen eingebetteten Kopfabchnitt (63) aufweist, der vollständig in der Elektrode eingebettet ist, der ausgesparte Abschnitt (61) angrenzend an den eingebetteten Kopfabchnitt (63) ausgebildet ist, und ein Außendurchmesser d des eingebetteten Kopfabchnittes (63) nicht kleiner als 1,0 mm.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

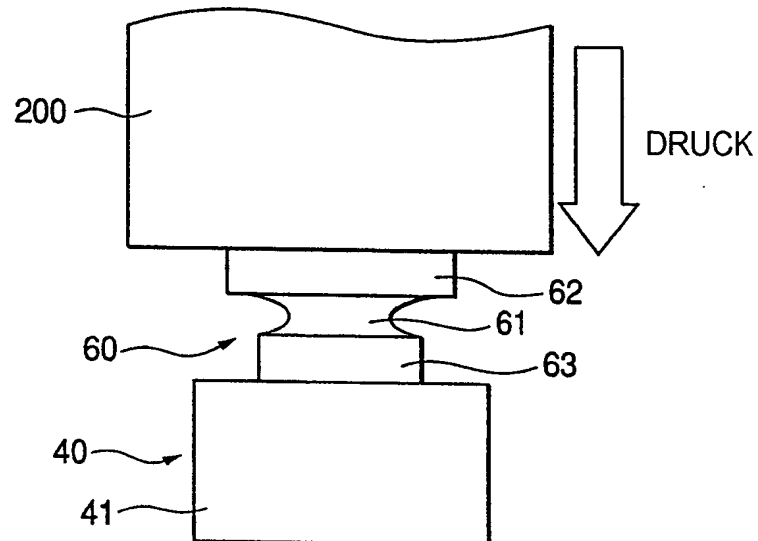
**FIG. 1**



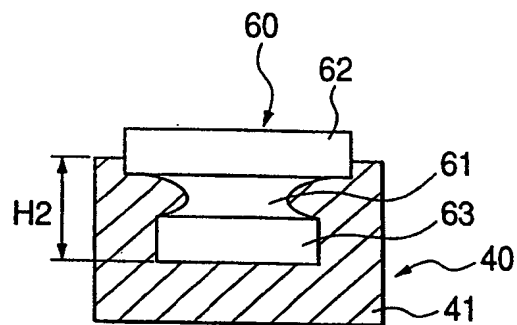
**FIG. 2**

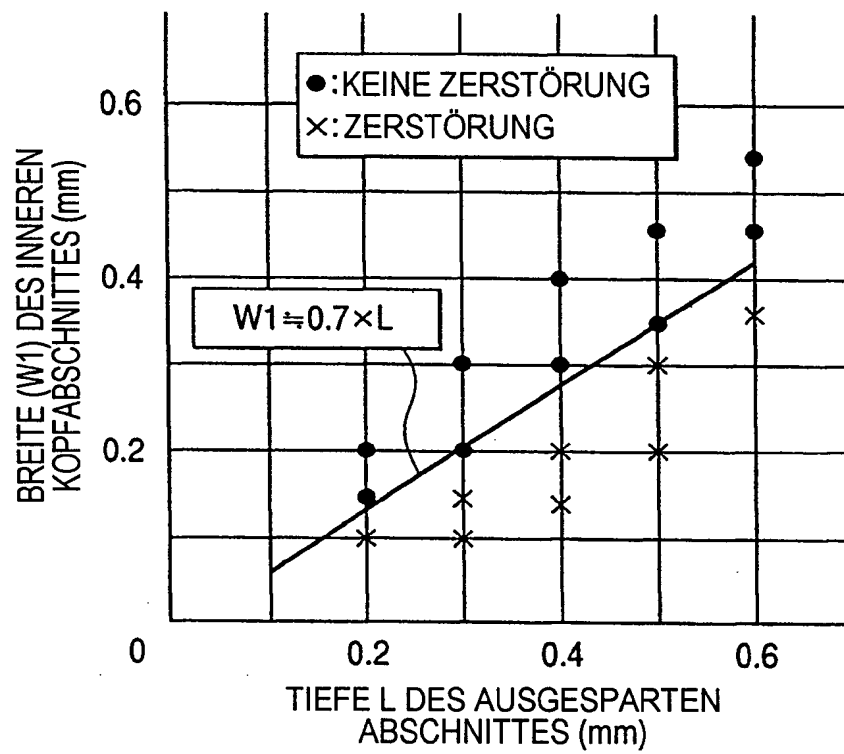


**FIG. 3A**

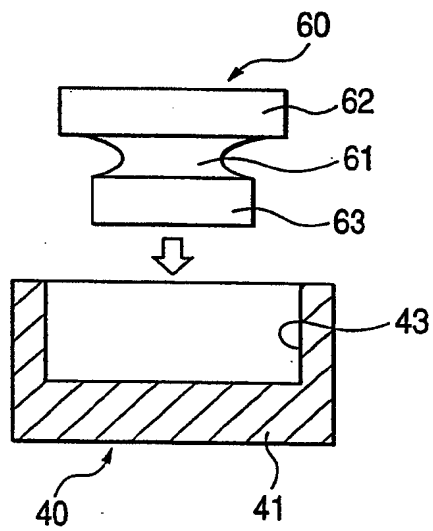


**FIG. 3B**

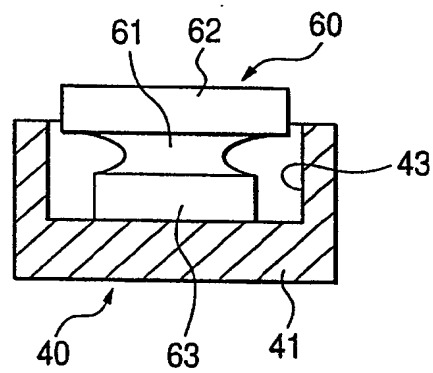


**FIG. 4**

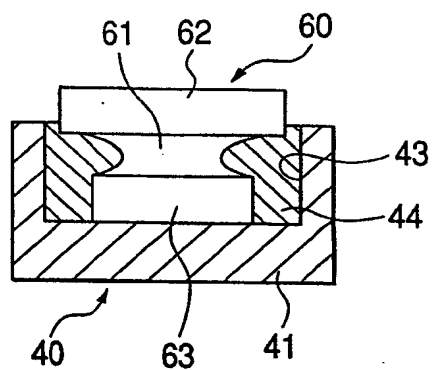
**FIG. 5A**



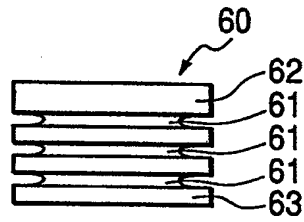
**FIG. 5B**



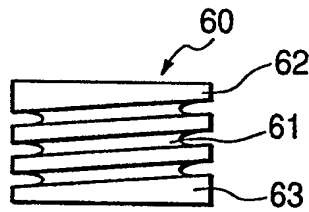
**FIG. 5C**



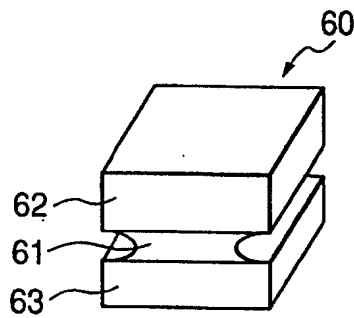
**FIG. 6**



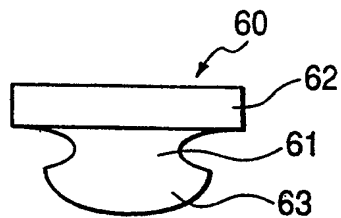
**FIG. 7**



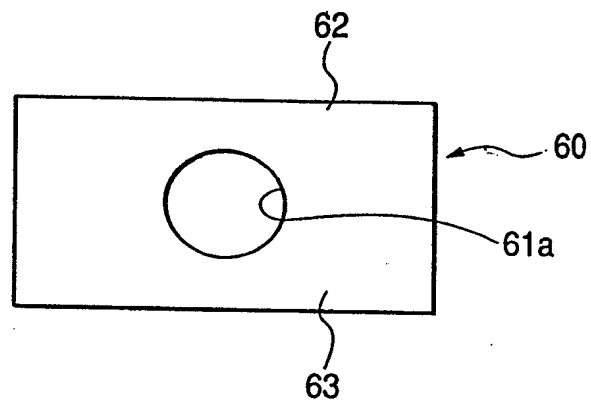
**FIG. 8**



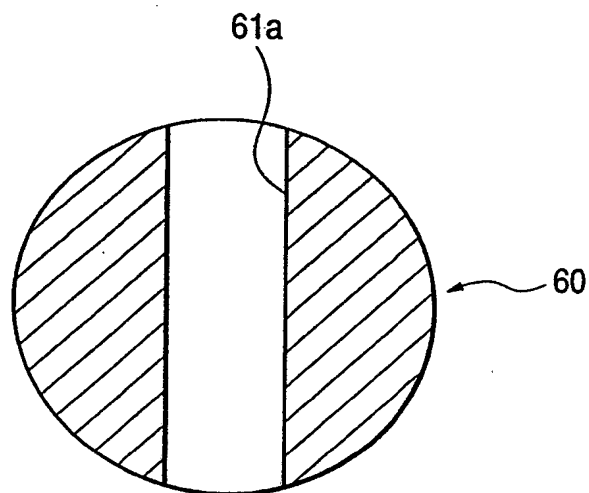
**FIG. 9**



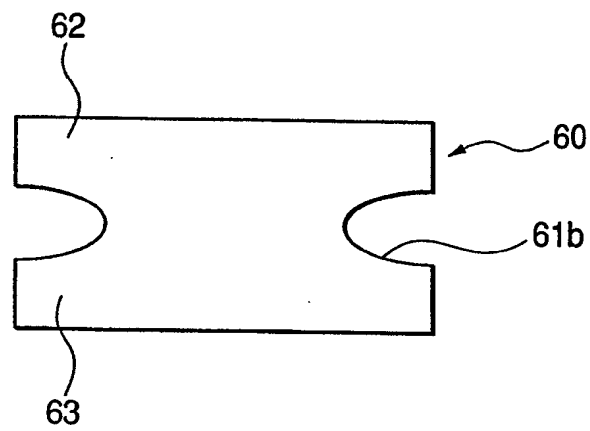
**FIG. 10A**



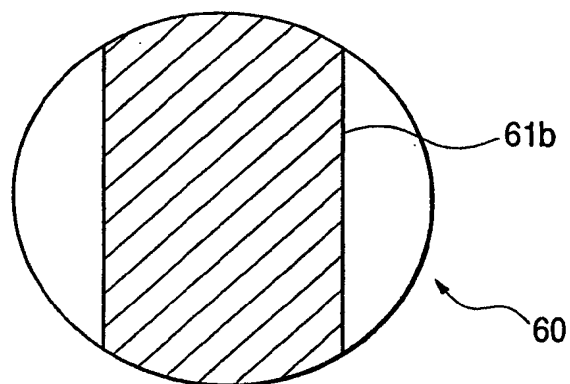
**FIG. 10B**



**FIG. 11A**

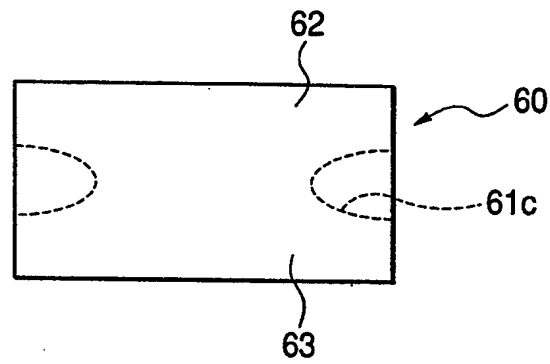


**FIG. 11B**

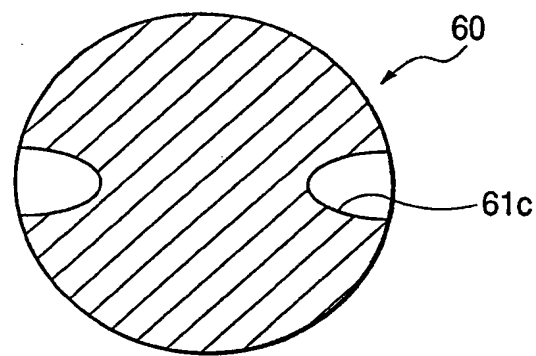




**FIG. 12A**



**FIG. 12B**



**FIG. 13**  
(STAND DER TECHNIK)

